



REVISTA BRASILEIRA DE ORTOPEDIA

www.rbo.org.br

Artigo Original

Artroplastia total do joelho auxiliada por navegação: análise de 200 casos[☆]

Marcus Vinicius Malheiros Luzo, Luiz Felipe Morlin Ambra*, Pedro Debieux, Carlos Eduardo da Silveira Franciozi, Raquel Ribeiro Costi, Marcelo de Toledo Petrilli, Marcelo Seiji Kubota, Leonardo José Bernardes Albertoni, Antônio Altenor Bessa de Queiroz, Fábio Pacheco Ferreira, Geraldo Sérgio de Mello Granata Júnior e Mário Carneiro Filho

Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 5 de setembro de 2012

Aceito em 15 de janeiro de 2013

Palavras-chave:

Artroplastia de substituição

Joelho

Cirurgia assistida por computador

RESUMO

Objetivo: avaliar os resultados das cirurgias assistidas por navegação (CAN) nas artroplastias totais de joelho.

Método: foram avaliados 196 pacientes submetidos à artroplastia total de joelho com auxílio da navegação por computador. Avaliados no intraoperatório os espaços (*gaps*) de extensão e de flexão, o alinhamento pós-operatório e o questionário funcional da Knee Society Score (KSS) pré-operatório e pós-operatório com seguimento médio de 22 meses.

Resultados: dos pacientes, 86,7% apresentaram bom alinhamento do eixo mecânico (dentro de 3° de varo ou valgo em relação ao eixo mecânico) e 96,4% apresentaram ambos os *gaps* de flexão e extensão balanceados. No pré-operatório, 97% dos pacientes apresentavam KSS funcional ruim ou insuficiente, no pós-operatório 77,6% apresentavam KSS funcional bom ou excelente.

Conclusão: a navegação proporcionou a obtenção de implantes alinhados e balanceados com importante melhoria da função nos pacientes. Foram evidenciados sua utilidade no estudo, o entendimento e o aperfeiçoamento do conhecimento na execução das artroplastias.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora

Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Total knee arthroplasty with computer-assisted navigation: an analysis of 200 cases

ABSTRACT

Objective: to evaluate the results from surgery with computer-assisted navigation in cases of total knee arthroplasty.

Method: 196 patients who underwent total knee arthroplasty with computer-assisted navigation were evaluated. The extension and flexion spaces (*gaps*) were evaluated during the

Keywords:

Arthroplasty, replacement

Knee

Computer-assisted surgery

[☆] Trabalho realizado no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: felipeambra71@gmail.com (L.F. Morlin Ambra).

operation and the alignment after the operation was assessed. The functional questionnaire for the Knee Society Score (KSS) was applied preoperatively and postoperatively after a mean follow-up of 22 months.

Results: 86.7% of the patients presented good alignment of the mechanical axis (less than 3° of varus or valgus in relation to the mechanical axis) and 96.4% of the patients presented balanced flexion and extension gaps. Before the operation, 97% of the patients presented poor or insufficient KSS, but after the operation, 77.6% presented good or excellent KSS.

Conclusion: the navigation system made it possible to achieve aligned and balanced implants, with notable functional improvement among the patients. It was seen to be useful in assessing, understanding and improving knowledge in relation to performing arthroplasty procedures.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora

Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

Introdução

A artroplastia total de joelho (ATJ) é tratamento seguro e efetivo para restauração da função e alívio da dor nos pacientes portadores de gonartrose (osteoartrose do joelho). Com o envelhecimento da população há uma tendência de aumento do número de pacientes com essa patologia e maior demanda pela artroplastia total do joelho. Nesse cenário, a busca de novas opções que possam contribuir para melhoria dos resultados e aprimoramento do procedimento é de grande valia.

O sucesso na artroplastia do joelho é influenciado por fatores relacionados ao paciente, ao tipo de implante e à técnica cirúrgica. No que se refere ao procedimento, o adequado posicionamento dos componentes e o consequente bom alinhamento do membro são importantes fatores prognósticos. O posicionamento incorreto pode afetar a função do implante, aumentar o desgaste do material e causar soltura da prótese. Estudos demonstram que o alinhamento dos componentes dentro de 3° em relação ao eixo mecânico normal diminui os riscos de desgaste irregular e soltura precoce.¹

O desenvolvimento dos instrumentais com guias intramedulares e extramedulares aumentou a acurácia no alinhamento dos implantes, mas erros de alinhamento não deixaram de acontecer. Erro de alinhamento do componente tibial em mais de 3° com uso de guia extramedular foi descrito em 21,3% dos casos em uma série.²

A navegação foi desenvolvida como uma ferramenta para aumentar a precisão do correto posicionamento dos implantes na artroplastia total do joelho. É um método reprodutível e preciso para a ressecção óssea e o balanceamento ligamentar, além de ter acurácia na avaliação do alinhamento do membro.³ Uma pesquisa feita com membros da European Society of Sports Traumatology Knee Surgery and Arthroscopy e da Swiss Orthopedic Society mostrou que 33,1% dos cirurgiões usavam a navegação em pelo menos 50% das PTJ e 25% a usavam em mais de 75% delas.⁴

Neste trabalho discutimos o resultado em curto prazo da prótese total do joelho primária feita com auxílio da navegação por computador, incluindo avaliação do eixo mecânico pós-operatório e da função no pós-operatório em curto prazo.

Métodos

Desenho do estudo e características da amostra

Após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital São Paulo (Unifesp) foram selecionados 200 pacientes, consecutivamente, para serem submetidos à artroplastia total de joelho. Todos os pacientes apresentavam indicação de artroplastia conforme os critérios de inclusão e exclusão descritos adiante, o que caracteriza um estudo de série de casos prospectivo.

Foram incluídos no estudo pacientes com diagnóstico radiográfico de osteoartrose primária e que não apresentaram melhoria do quadro algico e funcional após seis meses, no mínimo, de tratamento conservador. Desses foram excluídos os casos de artroplastia de revisão, com infecção ativa ou perda da função do mecanismo extensor.

Técnica cirúrgica

Após incisão longitudinal mediana na pele, foi feita artrotomia parapatelar medial. Exposta a articulação, implantaram-se os pinos com os sensores reflexivos passivos para leitura do navegador na região anteromedial do fêmur distal e da tibia proximal. Os pontos de referência solicitados pelo navegador foram então coletados (centro do intercôndilo femoral, centro de rotação do quadril, rotações interna e externa da tibia, arco de movimento entre 0° e 90° do joelho, centro de rotação do tornozelo, limites posteriores dos côndilos femorais, cortical femoral anterior, centro dos planaltos medial e lateral, centro da tibia proximal, centro do tornozelo além dos maléolos lateral, medial e inclinação articular do fêmur) e alimentaram o software com as informações referentes à anatomia e ao arco de movimento das articulações do paciente.

Uma vez terminada a coleta de dados, o eixo mecânico do paciente (inicial) é fornecido pelo sistema. Na sequência, iniciam-se os cortes. Primeiramente pela tibia, sempre ortogonal ao seu eixo mecânico e sem inclinação posterior. Antecedendo os cortes femorais, é feito o balanceamento ligamentar, em flexão e extensão, por meio de tensionadores laminares sob controle milimétrico do navegador. Esses dados do gap (espaço), em flexão e extensão, são arquivados pelo sistema

e registrados como iniciais. Após esse passo, passa-se à tela de planejamento do corte femoral. Nesse momento, com o uso dos dados do alinhamento do membro, balanceamento dos gaps de flexão e extensão, rotação femoral e inclinação articular femoral, pode-se definir o tamanho da prótese e seu melhor posicionamento, sempre em relação ao eixo mecânico.

Uma vez feitos os cortes femorais, tibial e patelar, testam-se os respectivos componentes de prova e verifica-se, uma vez mais, junto ao navegador, a qualidade do alinhamento do membro em relação ao eixo mecânico nos planos coronal e sagital, além da adequação dos balanceamentos para os implantes programados. Cada um desses dados fica armazenado e registrado. Na sequência, todos os componentes são cimentados e colocados apropriadamente, inclusive o componente patelar (todas as patelas foram substituídas), novamente confirmando e coletando os dados, registrados, nesse momento, como finais, para encerrar, dessa forma, a etapa navegada do procedimento e iniciar o fechamento cirúrgico. Tais dados foram devidamente registrados e posteriormente comparados para a feitura deste estudo.

Todas as cirurgias foram feitas pelo mesmo cirurgião. O implante usado foi a prótese Columbus PS e o navegador usado foi o Orthopilot 4 em todos os casos. Para tal, não se usam guias intramedulares. Os cortes ósseos, bem como todos os demais procedimentos, são assistidos pela navegação.

Método de extração dos dados e variáveis

Para a feitura do presente estudo foram aferidos o eixo mecânico do membro inferior (inicial e final) e os gaps de flexão e extensão (lateral e medial), intraoperatoriamente por navegação, conforme o exposto acima. Cada um dos dados foi obtido antes e após a feitura dos cortes ósseos e/ou o posicionamento da prótese, considerados os primeiros como “iniciais” e os últimos como “finais”.

O alinhamento e o balanceamento obtidos no intraoperatório foram verificados com base no eixo mecânico dos membros inferiores e nos gaps finais de flexão e extensão (em milímetros), respectivamente. Os joelhos considerados bem alinhados foram aqueles que, após a artroplastia, apresentaram até 3° de desvio no plano coronal.¹ Em relação aos gaps finais de flexão e extensão, os joelhos que apresentaram diferença entre o gap medial e o gap lateral de até 3 mm foram considerados balanceados.

Para avaliação do resultado funcional foi usado o Knee Society Score (KSS). O questionário foi aplicado no pré-operatório e no sexto mês pós-operatório em todos os pacientes. A escala de pontuação foi de 0 a 100, dividida em quatro categorias: excelente acima de 84 pontos, bom de 70 a 84, insuficiente de 60 a 69 e ruim abaixo de 60 pontos.⁵⁻⁷

Métodos estatísticos

Os gaps de flexão e extensão e o eixo mecânico foram descritos nos pacientes após tratamento, com uso de frequências absolutas ou relativas.

O KSS foi descrito com o uso de medidas-resumo (média, desvio-padrão, mínima e máxima) antes e após tratamento e comparado com o uso de teste de Wilcoxon pareado.

Tabela 1 – Avaliação do balanceamento e do alinhamento

| Variável | n | % |
|--|-----|------|
| <i>Balanceamento do GAP flexão</i> | | |
| Não | 5 | 2,6 |
| Sim | 191 | 97,4 |
| <i>Balanceamento do gap extensão</i> | | |
| Não | 2 | 1,0 |
| Sim | 194 | 99,0 |
| <i>Alinhamento do eixo mecânico</i> | | |
| Não | 26 | 13,3 |
| Sim | 170 | 86,7 |
| <i>Balanceamento do gap flexão/extensão</i> | | |
| Não | 7 | 3,6 |
| Sim | 189 | 96,4 |
| <i>Balanceamento do gap e alinhamento do eixo mecânico</i> | | |
| Não | 33 | 16,8 |
| Sim | 163 | 83,2 |
| Total | 196 | 100 |

Foram descritas também as categorias de KSS pré e pós-operatório e comparada a mudança de categoria com o uso do teste de Wilcoxon pareado.

Resultados

Dos 200 pacientes incluídos neste estudo, 11,7% (23) eram do sexo masculino, 88,3% (104) joelhos eram direitos e a média de idade foi de 68,7 anos (25 a 88). Quatro pacientes foram excluídos do estudo: um não se enquadrava nos critérios de inclusão e três foram excluídos por equívocos na coleta de dados.

Em 96,4% dos pacientes a relação entre o gap lateral e medial estava equilibrada tanto em flexão como em extensão. Adequado alinhamento do eixo mecânico (dentro de 3° de varo ou valgo em relação ao eixo mecânico) foi atingido em 86,7% dos pacientes. Balanceamento ideal dos gaps associado a adequado alinhamento do eixo mecânico foi alcançado em 83,2% dos pacientes (tabela 1).

Na avaliação do eixo sagital, foi considerado ideal até 5° de flexo e 10° de hiperextensão. Assim, apenas 3% (seis pacientes) apresentaram flexo. Nesses pacientes a média foi de 7° e o máximo de 9°. Nenhum paciente apresentou hiperextensão acima do limite considerado.

A média do KSS funcional pré-operatório foi de 44,13 (mínimo de 15 e máximo de 70). Após seis meses de cirurgia a média foi de 76,85 (mínimo de 30 e máximo de 100) (tabela 2). No pré-operatório, 97% dos pacientes apresentavam KSS funcional ruim ou insuficiente e no pós-operatório, 77,6% apresentavam KSS bom ou excelente (tabelas 3 e 4). Houve, assim, diferença estatística entre os períodos ($p < 0,001$).

Discussão

Mau alinhamento do implante que resulta em falha precoce de artroplastias totais do joelho (ATJ) é fato notório e bem documentado na literatura médica.⁸ Assim, um desvio tão reduzido quanto 3° do implante em relação ao eixo mecânico

Tabela 2 – Medidas-resumo do KSS funcional pré e pós-operatório

| Variável | Média | DP | Mediana | Mínimo | Máximo | n | p |
|----------|-------|-------|---------|--------|--------|-----|---------|
| KSS pré | 44,13 | 11,58 | 45 | 15 | 70 | 196 | < 0,001 |
| KSS pós | 76,85 | 13,15 | 80 | 30 | 100 | 196 | |

Tabela 3 – Comparação KSS pré e pós por categoria

| KSS | Pré | | Pós | | p |
|--------------|-----|------|-----|------|--------|
| | n | % | n | % | |
| Ruim | 173 | 88,3 | 19 | 9,7 | <0,001 |
| Insuficiente | 17 | 8,7 | 25 | 12,8 | |
| Bom | 6 | 3,1 | 78 | 39,8 | |
| Excelente | 0 | 0,0 | 74 | 37,8 | |
| Total | 196 | 100 | 196 | 100 | |

Tabela 4 – Avaliação da categoria pós-operatória em relação à pré-operatória

| KSS pós-operatório | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|-----|--------------|------|-----|------|-----------|------|-------|------|---------|
| KSS pré | Ruim | | Insuficiente | | Bom | | Excelente | | Total | | p |
| Operatório | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | |
| Ruim | 17 | 8,7 | 21 | 10,7 | 68 | 34,7 | 67 | 34,2 | 173 | 88,3 | < 0,001 |
| Insuficiente | 1 | 0,5 | 3 | 1,5 | 7 | 3,6 | 6 | 3,1 | 17 | 8,7 | |
| Bom | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 3 | 1,5 | 1 | 0,5 | 6 | 3,1 | |
| Excelente | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | |
| Total | 19 | 9,7 | 25 | 12,8 | 78 | 39,8 | 74 | 37,8 | 196 | 100 | |

do membro inferior acarretará aumento no risco de falha asséptica,¹ resultado da pressão assimétrica gerada nos componentes quando sujeitos à carga.

Nesse contexto, a cirurgia assistida por navegação (CAN) veio adicionar à experiência do cirurgião, ainda fator mais importante e determinante na qualidade do resultado, métodos objetivos de mensuração desse alinhamento. Por outro lado, apesar do inequívoco benefício criado por essa tecnologia e atestado pelo estudo de mais alto valor na literatura, metanálise conduzida por Hetaimish et al.⁹ no concernente à retidão radiográfica dos componentes, o impacto clínico inerente à técnica ainda está por ser comprovado.

Em um acompanhamento mínimo de cinco anos, Ishida et al.¹⁰ encontraram melhores resultados clínicos e radiográficos com o uso da CAN em detrimento da técnica tradicional, resultado compartilhado pelo estudo de Longstaff et al.,¹¹ que pôde assim correlacionar o correto alinhamento com os melhores resultados clínicos e a reabilitação precoce. Em contraposição, a literatura também é vasta em desvincular a melhoria do alinhamento do resultado clínico,^{12,13} o que evidencia a necessidade da elaboração de estudos de maior qualidade e com acompanhamento mais longo para avaliação dos resultados clínicos.

Bathis et al.,¹⁴ em 80 ATJs, atingiram adequado alinhamento em 78% com o uso da técnica convencional. Martin et al.¹⁵ atingiram alinhamento ideal em 76% das 100 próteses feitas com o instrumental convencional. Tingart et al.,¹⁶ em 500 ATJs, atingiram adequado alinhamento em 74% com o uso de guias convencionais. Assim, comparada à literatura, a navegação proporcionou neste trabalho uma maior porcentagem de próteses alinhadas: 86,7%.

À parte o alinhamento, sabe-se que o balanço ligamentar é estrutura e fundação na construção de resultados adequados na ATJ. A cinemática ideal impõe balanço simétrico entre os espaços obtidos em flexão e extensão. A falha nesse quesito é evidenciada por limitação do arco de movimento, aceleração do desgaste do polietileno e alteração na excursão patelar.¹⁷ A navegação é um instrumento útil na supressão dos elementos subjetivos durante o balanceamento e é esse o ponto em que os autores acreditam que esteja seu maior benefício. Aqui, esse instrumento, com o uso de medidas objetivas, permite a substituição da “frouxidão simétrica” pela “simetria milimétrica” e outorga precisão à clássica aproximação. No estudo aqui apresentado, a confecção da ATJ obedeceu aos conceitos preestabelecidos na técnica dos gaps. Foi atingido equilíbrio de ambos os gaps em 96,4% dos casos operados.

Outros autores, de forma semelhante, defendem a tese de que por meio desse método se atinge melhor estabilidade e alinhamento coronal.^{18,19} O fundamental, em contrapartida, é a capacidade peculiar à técnica de interferir no alinhamento e balanceamento, caso a caso, conforme o critério do cirurgião. No presente estudo, apesar do balanceamento ligamentar ideal verificado pelos gaps simétricos, isso não resultou diretamente no eixo mecânico neutro em todos os casos. Em contrapartida, só foi atingido alinhamento neutro quando o balanceamento ligamentar foi simétrico.

Eventualmente, pode ser considerado em um caso específico sacrificar o alinhamento, ou seja, permitir um pequeno desvio em relação ao eixo mecânico neutro, de maneira consciente. Isso para priorizar o equilíbrio ligamentar, sobretudo em grandes deformidades, nas quais já é discutível o restabelecimento do eixo mecânico neutro. Uma discreta variação

do eixo mecânico, ocasionalmente, torna-se a maneira única e imperativa, embora indesejada, na obtenção de gaps simétricos. No entanto, o tensionamento ligamentar equilibrado melhora o alinhamento dinâmico nas ATJs e a navegação é uma ferramenta que auxilia nesse objetivo.²⁰

Ritter et al.²¹ demonstraram que pacientes com contratura em flexão maior do que 5° ou hiperextensão maior do que 10° tinham risco aumentado de dor e resultado ruim na função avaliada pelo KSS. Neste estudo, apenas 3% (seis pacientes) apresentaram contratura em flexão pós-operatória maior do que 5° e nenhum apresentou hiperextensão maior do que 10°. Não encontramos correlação desses dados com o KSS.

A grande população avaliada e a precisão dos dados colhidos não são suficientes para acobertar as limitações metodológicas do estudo aqui apresentado. Sendo uma série de casos, não usa um grupo-controle e não randomiza os sujeitos do estudo. A observação clínica mínima foi de seis meses, considerado pouco tempo na evolução de uma artroplastia. Entretanto, este estudo atinge seu objetivo quando evidencia a contribuição da navegação para o treinamento e o acúmulo de conhecimento do tema.

Conclusão

A navegação proporcionou a obtenção de implantes alinhados e balanceados com importante melhoria da função nos pacientes e foram evidenciados sua utilidade no estudo, o entendimento e o aperfeiçoamento do conhecimento na confecção das artroplastias.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- Jeffery RS, Morris RW, Denham RA. Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(5):709-14.
- Chiu KY, Yau WP, Ng TP, Tang WM. The accuracy of extramedullary guides for tibial component placement in total knee arthroplasty. *International Orthopaedics (SICO).* 2007;32(4):467-71.
- Yaffe MA, Koo SS, Stulberg SD. Radiographic and navigation measurements of TKA limb alignment do not correlate. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(11):2736-44, 28.
- Friederich N, Verdonk R. The use of computer-assisted orthopedic surgery for total knee replacement in daily practice: a survey among ESSKA/SGO-SSO members. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(6):536-43, 26.
- Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, Shine J. A comparison of four models of total knee-replacement prostheses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(6):754-65.
- Drake BG, Callahan CM, Dittus RS, Wright JG. Global rating systems used in assessing knee arthroplasty outcomes. *J Arthroplasty.* 1994;9(4):409-17.
- Davies AP. Rating systems for total knee replacement. *Knee.* 2002;9(4):261-6.
- Lewallen DG, Bryan RS, Peterson LF. Polycentric total knee arthroplasty. A ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(8):1211-8.
- Hetaimish BM, Khan MM, Simunovic N, Al-Harbi HH, Bhandari M, Zalzal PK. Meta-analysis of navigation vs conventional total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012;27(6):1177-82.
- Ishida K, Matsumoto T, Tsumura N, Kubo S, Kitagawa A, Chin T, et al. Mid-term outcomes of computer-assisted total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(7):1107-12.
- Longstaff LM, Sloan K, Stamp N, Scaddan M, Beaver R. Good alignment after total knee arthroplasty leads to faster rehabilitation and better function. *J Arthroplasty.* 2009;24(4):570-8.
- Molfetta L, Caldo D. Computer navigation versus conventional implantation for varus knee total arthroplasty: a case-control study at 5 years follow-up. *Knee.* 2008;15(2):75-9.
- Spencer JM, Chauhan SK, Sloan K, Taylor A, Beaver RJ. Computer navigation versus conventional total knee replacement: no difference in functional results at two years. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(4):477-80.
- Bäthis H, Perlick L, Tingart M, Lüring C, Zurakowski D, Grifka J. Alignment in total knee arthroplasty. A comparison of computer-assisted surgery with the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(5):682-7.
- Martin A, Wohlgenannt O, Prens M, Oelsch C, von Strempel A. Imageless navigation for TKA increases implantation accuracy. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;460:178-84.
- Tingart M, Lüring C, Bäthis H, Beckmann J, Grifka J, Perlick L. Computer-assisted total knee arthroplasty versus the conventional technique: how precise is navigation in clinical routine? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;16(1):44-50.
- Jennings LM, Bell CI, Ingham E, Komistek RD, Stone MH, Fisher J. The influence of femoral condylar lift-off on the wear of artificial knee joints. *Proc Inst Mech Eng H.* 2007;221(3):305-14.
- Fehring TK. Rotational malalignment of the femoral component in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(380):72-9.
- Dennis DA, Komistek RD, Kim RH, Sharma A. Gap balancing versus measured resection technique for total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;468(1):102-7.
- Pang H-N, Yeo SJ, Chong H-C, Chin PL, Ong J, Lo NN. Computer-assisted gap balancing technique improves outcome in total knee arthroplasty, compared with conventional measured resection technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(9):1496-503.
- Ritter MA, Luttinger JD, Davis KE, Berend ME, Pierson JL, Meneghini RM. The role of flexion contracture on outcomes in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007;22(8):1092-6.